

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. Juli 2003 (10.07.2003)

PCT

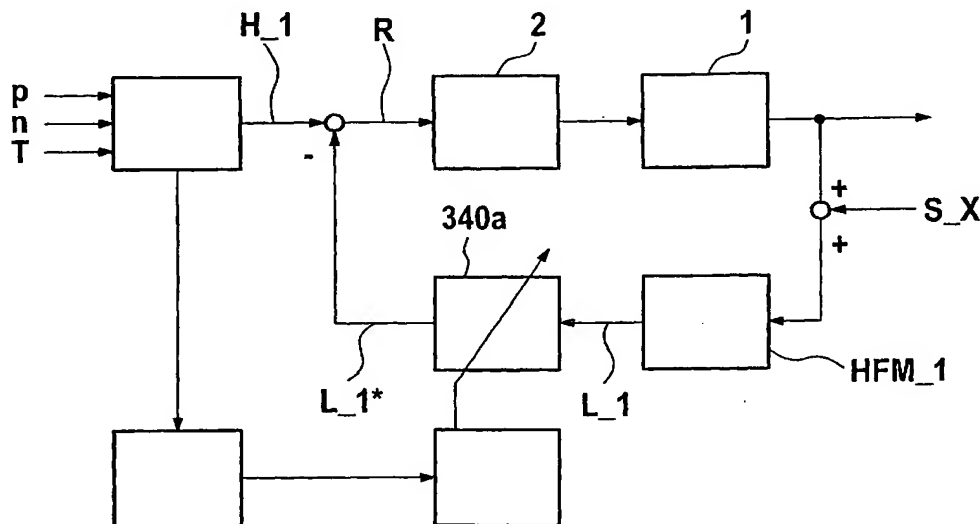
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/056161 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02D 41/18, 41/22, G01F 1/69, 1/68
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04546
- (22) Internationales Anmeldedatum:
12. Dezember 2002 (12.12.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
101 63 751.9 27. Dezember 2001 (27.12.2001) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PIWONKA, Fridolin [DE/DE]; Braechterstrasse 36, 71732 Tamm (DE). FELD-MANN, Benedikt [DE/DE]; Kruppstrasse 39, 52072 Aachen (DE). LENZING, Thomas [DE/DE]; Beihinger Weg 7/1, 71726 Benningen (DE). MUELLER, Lutz [DE/DE]; Kernerstrasse 8, 72631 Aichtal (DE). GRIMM, Wolfgang [DE/US]; 2780 Hunters Circle, Twnhm 45, Allison Park, PA 15101 (US). KLAUSNER, Markus [DE/DE]; Robert-Koch-Strasse 27, 70839 Gerlingen (DE). PFOTZER, Reinhold [DE/IT]; Via Bodoni, 1, I-10045 Piosasco (IT). BECKER, Wolfgang [DE/AT]; Tulbinger Strasse 25, A-3425 Langenlebarn (AT).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an internal combustion engine (1), especially an internal combustion engine pertaining to a motor vehicle, by means of a control appliance (2) for controlling/regulating the operation of the internal combustion engine (1) according to an air mass sensor signal (L₁) of a first air mass sensor (HFM₁). A first auxiliary signal (H₁), obtained from an additional sensory mechanism or from models of the internal combustion engine (1) by means of calculation, enables a plausibility control to be carried out or the substitution of the air mass sensor signal (L₁) if interference is detected in terms of said signal (L₁), thus ensuring that the internal combustion engine (1) can continue to be operated in an optimum manner.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Steuergerät (2) zur Steuerung/Regelung der Brennkraftmaschine (1) in Abhängigkeit eines Luftmassensensorsignals (L_1) eines ersten Luftmassensensors (HFM_1). Ein aus zusätzlicher Sensorik oder auch aus Modellen der Brennkraftmaschine (1) rechnerisch erhaltenes erstes Hilfssignal (H_1) ermöglicht eine Plausibilitätskontrolle oder auch die Substitution des Luftmassensensorsignals (L_1) bei einer Signalstörung des Luftmassensensorsignals (L_1) und gewährleistet somit, dass die Brennkraftmaschine (1) weiterhin im optimalen Betriebspunkt arbeiten kann.

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Steuergerät zur Steuerung/Regelung der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit eines Luftmassensensorsignals eines ersten Luftmassensensors.

Ferner betrifft die Erfindung eine Brennkraftmaschine, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem Steuergerät zur Steuerung/Regelung der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit eines Luftmassensensorsignals eines ersten Luftmassensensors.

Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, zur Steuerung/Regelung der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit eines Luftmassensensorsignals eines ersten Luftmassensensors.

Bekannte Betriebsverfahren haben den Nachteil, dass die Steuerung/Regelung der Brennkraftmaschine im Falle einer Störung des Luftmassensensorsignals bzw. des Luftmassensensors selbst derart beeinflusst wird, dass die Brennkraftmaschine nicht mehr im optimalen Betriebspunkt arbeitet.

- 2 -

Beispielsweise kann es bei Fahrt auf nassem Untergrund vorkommen, dass Spritzwasser in einen Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine gelangt. Dort kann es einen Luftfilter durchdringen und einen im Ansaugtrakt befindlichen Luftmassensensor benetzen. Besonders nachteilig ist dieser auch als Wassereintrag bezeichnete Effekt bei den häufig eingesetzten Heißfilm-Luftmassensensoren, die eine Heizfläche aufweisen, welche bei Kontakt mit in flüssiger Phase befindlichem Wasser spontan abgekühlt wird, wodurch das von dem Luftmassensensor erzeugte Luftmassensensorsignal verfälscht wird.

Das die Brennkraftmaschine steuernde/regelnde Steuergerät berechnet auf Basis des verfälschten Luftmassensensorsignals einen falschen Wert für das einzustellende Luft-Kraftstoff-Verhältnis, so dass die Brennkraftmaschine, wie eingangs bereits erwähnt, nicht mehr im optimalen Betriebspunkt arbeitet.

Darüber hinaus werden die Emissionswerte der Brennkraftmaschine beeinflusst, da ein Teil des eingetragenen Wassers bzw. des sich daraus bildenden Wasserdampfes in einen Brennraum der Brennkraftmaschine gelangt und einen Teil der zur Verbrennung erforderlichen Luftmenge verdrängt.

Aufgabe und Vorteile der Erfindung

Demgemäß ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine bereitzustellen, bei dem der Einfluss einer insbesondere das Luftmassensensorsignal beeinflussenden Störgröße auf die Regelung der Brennkraftmaschine verringert ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass mindestens ein erstes

- 3 -

Hilfssignal verwendet wird und dass in Abhängigkeit von dem ersten Hilfssignal der Einfluss einer das Luftmassensensorsignal beeinflussenden Störgröße auf die Regelung der Brennkraftmaschine verringert wird.

Die erfindungsgemäße Miteinbeziehung des ersten Hilfssignals ermöglicht es, dass die Brennkraftmaschine trotz einer Störung des Luftmassensensorsignals im optimalen Betriebspunkt arbeiten kann. Im Vergleich zu herkömmlichen Betriebsverfahren für Brennkraftmaschinen ist somit auch bei Fahrt auf nassem Untergrund eine optimale Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine sowie die Einhaltung gesetzlich vorgeschriebener Grenzwerte für die Emissionen der Brennkraftmaschine gewährleistet.

Eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Vergleich des ersten Hilfssignals oder eines aus dem ersten Hilfssignal abgeleiteten Signals mit dem Luftmassensensorsignal oder einem aus dem Luftmassensensorsignal abgeleiteten Signal durchgeführt wird, wobei ein Vergleichsergebnis erhalten wird.

Der Vergleich des ersten Hilfssignals mit dem Luftmassensensorsignal ermöglicht es, im Falle stark unterschiedlichen Signalverhaltens auf eine Störung des Luftmassensensors zu schließen. Auf diese Weise kann z.B. eine Benetzung der Heizfläche eines Heißfilm-Luftmassensensors mit Wasser erkannt werden. Es ist auch möglich, andersartige Störungen des Luftmassensensors, wie z.B. einen durch mechanische Beschädigung einer Signalleitung verursachten Signalabriss des Sensors zu erkennen.

Besonders vorteilhaft ist der Vergleich eines aus dem ersten Hilfssignal abgeleiteten Signals direkt mit dem

- 4 -

Luftmassensensorsignal oder auch mit einem aus dem Luftmassensensorsignal abgeleiteten Signal. Dabei ergibt sich die Möglichkeit, jeweils nur bestimmte Signalkomponenten des ersten Hilfssignals mit in den Vergleich einzubeziehen.

Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis eine Regelgröße für die Steuerung der Brennkraftmaschine erhalten wird. Die Verwendung dieser Regelgröße erlaubt es, die Steuerung/Regelung der Brennkraftmaschine derart anzupassen, dass eine Kompensation des Einflusses der Störgröße auf das Luftmassensensorsignal durchgeführt werden kann.

Es ist in einer sehr einfachen Verfahrensvariante möglich, dass die Regelgröße aus der Differenz einer als Sollwert für die in den Ansaugtrakt einströmende Luftmasse interpretierten ersten Hilfsgröße und des Luftmassensensorsignals erhalten wird.

In Weiterbildung dieser Verfahrensvariante ist es zusätzlich möglich, die Regelgröße allein aus dem ersten Hilfssignal zur erhalten, was immer dann zweckmäßig ist, wenn das Luftmassensensorsignal sehr stark von einem zu erwartenden Wert abweicht. Bei einem Totalausfall des Luftmassensensors ist es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren immer noch möglich, die Brennkraftmaschine im optimalen Betriebspunkt zu betreiben.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsart des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal aus Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine erhalten wird, so dass keine zusätzlichen externen Sensoren erforderlich

- 5 -

sind, um das erste Hilfssignal zu erhalten. Vielmehr kann das erste Hilfssignal aus der Stellung eines Fahrpedals, der Drehzahl, der Temperatur sowie weiteren Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine ermittelt werden.

Eine weitere, besonders vorteilhafte Ausführungsart der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal aus einem Signal einer Abgassonde wie z.B. einer Lambda-Sonde, erhalten wird. Bei dieser Ausführungsform besteht die Möglichkeit, das Luftmassensensorsignal einer Plausibilitätsprüfung zu unterziehen, da aus dem Signal der Abgassonde unter Kenntnis der eingespritzten Kraftstoffmenge die tatsächlich dem Brennraum zugeführte Luftmasse berechnet werden kann. Das Signal der Abgassonde wird, im Gegensatz zum Luftmassensensorsignal, nicht wesentlich durch in dem Brennraum befindlichen Wasserdampf verfälscht.

Falls das erste Hilfssignal deutlich von dem aus dem Luftmassensensorsignal gewonnenen Luftmassenwert abweicht, kann auf eine - möglicherweise durch im Ansaugtrakt befindliches Wasser hervorgerufene - Störung des ersten Luftmassensensors geschlossen werden. In diesem Fall ist es bei dem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren sogar möglich, das gestörte Luftmassensensorsignal zu verwerfen und als Ersatz das erste Hilfssignal als Eingangsgröße für das Steuergerät der Brennkraftmaschine zu verwenden.

Um die im Allgemeinen höhere Dynamik eines Heißfilm-Luftmassensensors im Vergleich zu einer Lambdasonde zu berücksichtigen, kann eine Mittelwertbildung der Messwerte des Luftmassensensorsignals vorgenommen werden. Alternativ ist es möglich, dem Luftmassensensor ein die Dynamik der Regelstrecke der Lambdasonde wiedergebendes Filter nachzuschalten. Bei Ausbildung der Brennkraftmaschine als Diesel-Brennkraftmaschine ist es möglich, als Abgassonde

- 6 -

eine Magersonde einzusetzen.

Vorzugsweise erfolgt im Rahmen der vorbeschriebenen Plausibilitätskontrolle des Luftmassensensorsignals ein permanenter Vergleich des Luftmassensensorsignals mit dem Signal der Abgassonde, wobei die Regelgröße zur Regelung/Steuerung der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis erhalten wird.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich folgende Schritte umfasst: Differenzieren des Luftmassensensorsignals, um ein differenziertes Luftmassensensorsignal zu erhalten, Differenzieren des ersten Hilfssignals, um ein differenziertes Hilfssignal zu erhalten, und Differenzbildung aus dem differenzierten Luftmassensensorsignal und dem differenzierten Hilfssignal, um ein Differenzsignal zu erhalten, wobei das Differenzsignal ein Maß für den Unterschied der zeitlichen Änderung zwischen dem Signal des ersten Luftmassensensors und dem ersten Hilfssignal ist. Das erste Hilfssignal wird vorzugsweise aus den Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine oder aus dem Signal einer Abgassonde erhalten und kann als Sollwert für die Luftmasse interpretiert werden.

Falls das Differenzsignal einen vorgebbaren Schwellwert überschreitet, was einem stark abweichenden Dynamikverhalten des Luftmassensensorsignals vom ersten Hilfssignal entspricht, wird bei dieser Ausführungsform eine Störung bzw. ein Fehler des Luftmassensensors erkannt. Vorteilhaft für eine einfache Weiterverarbeitung des Differenzsignals ist das Normieren des differenzierten Luftmassensensorsignals auf einen zeitlichen Mittelwert des Luftmassensensorsignals, und das Normieren des differenzierten Hilfssignals auf einen zeitlichen

- 7 -

Mittelwert des ersten Hilfssignals sowie Betragsbildung des Differenzsignals, um ein positives Differenzsignal zu erhalten. Schließlich wird das Differenzsignal mit mindestens einem vorgebbaren Schwellwert verglichen. Bleibt die vorstehend genannte Betragsbildung aus, so sind entsprechend zwei Schwellwerte für das Differenzsignal zu wählen.

Der Schwellwert erlaubt es, den maximalen Wert / die extremalen Werte des Differenzsignals festzulegen, bei dem / denen eine Differenz zwischen dem Luftmassensensorsignal und dem ersten Hilfssignal noch nicht als Störung des Luftmassensensorsignals aufgefaßt wird.

Im Falle eines einzigen Schwellwerts wird bei dessen Überschreitung das erste Hilfssignal als Regelgröße erhalten. Das Luftmassensensorsignal wird als Regelgröße erhalten, wenn das Vergleichsergebnis angibt, dass das Differenzsignal kleiner oder gleich dem Schwellwert ist. Ein analoges Vorgehen ist im Falle von zwei Schwellwerten vorgeschlagen.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens wird das erste Hilfssignal aus einem Signal eines zweiten Luftmassensensors erhalten. Der zusätzliche zweite Luftmassensensor ermöglicht ebenso wie die Abgassonde eine Plausibilitätskontrolle des Luftmassensensorsignals des ersten Luftmassensensors.

Eine andere vorteilhafte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass das erste Hilfssignal aus einem Signal eines bereits vorhandenen Regensensors des Kraftfahrzeugs erhalten wird. Regensensoren werden beispielsweise zur Scheibenwischersteuerung eingesetzt und das von ihnen gelieferte Signal kann als ein Maß für die

- 8 -

Niederschlagsmenge verwendet werden. Aus der Niederschlagsmenge, die mit der das Luftmassensensorsignal beeinflussenden Störgröße, nämlich der auf die Heizfläche des Heißfilm-Luftmassensensors auftreffenden Wassermenge, korreliert ist, kann die Regelgröße ermittelt werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal aus einem Signal eines kapazitiven Sensors erhalten wird, wobei der kapazitive Sensor als integraler Bestandteil des ersten Luftmassensensors ausgebildet ist. Eine besonders kleinbauende Variante ergibt sich daraus, dass die Oberfläche des bereits vorhandenen ersten Luftmassensensors als eine erste Kondensatorplatte des kapazitiven Sensors verwendet wird. Eine zweite Kondensatorplatte des kapazitiven Sensors kann bspw. in einem Gehäuse des ersten Luftmassensensors angeordnet sein.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal aus einem Signal eines ohmschen Sensors erhalten wird, wobei der ohmsche Sensor als integraler Bestandteil des ersten Luftmassensensors ausgebildet ist. Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass der ohmsche Sensor mindestens zwei, vorzugsweise aus korrosionsbeständigem Material bestehende, Elektroden aufweist. Dadurch wird gewährleistet, dass der ohmsche Sensor auch für den Langzeitbetrieb geeignet ist.

Eine weitere sehr vorteilhafte Ausführungsart der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass der ohmsche Sensor auf der Oberfläche des ersten Luftmassensensors angeordnet ist.

In vorteilhafter Weiterbildung des erfindungsgemäßen

- 9 -

Betriebsverfahrens wird das erste Hilfssignal aus dem Signal des kapazitiven Sensors und dem Signal des ohmschen Sensors erhalten. Auf die Oberfläche des Luftmassensensors auftreffende Wassertropfen sind durch Veränderung der Kapazität bzw. des Leitwerts des jeweiligen Sensors zuverlässig detektierbar. Im Falle eines Heißfilm-Luftmassensensors ist eine Anordnung des kapazitiven / ohmschen Sensors direkt auf der Heizfläche sinnvoll.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht im Rahmen des Vergleichs eine Differenzbildung aus dem ersten Hilfssignal und dem Luftmassensensorsignal vor, um die Regelgröße zu erhalten. Hierbei wird das erste Hilfssignal vorzugsweise aus den Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine wie z. B. der Fahrpedalstellung, der Drehzahl und weiteren Größen ermittelt. Das erste Hilfssignal stellt in diesem Fall einen aus den Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine erhaltenen Sollwert für die der Brennkraftmaschine zuzuführende Luftmasse dar, wodurch sich die Möglichkeit zum Vergleich mit dem tatsächlich vom Luftmassensensor erfassten Luftmassensignal ergibt.

Besonders vorteilhaft ist die Filterung des Luftmassensensorsignals vor der Differenzbildung, um ein gefiltertes Luftmassensensorsignal zu erhalten, wodurch nur diejenigen Signalfrequenzen des Luftmassensensorsignals in den Vergleich miteinbezogen werden, die für den Vergleich von Bedeutung sind. Bspw. werden bei Verwendung eines Tiefpasses zur Filterung hochfrequente Signalanteile des Luftmassensensorsignals herausgefiltert und gehen nicht in die Differenzbildung ein.

Aus Messungen ist bekannt, dass derartige hochfrequente Signalanteile des Luftmassensensorsignals durch Auftreffen von Wassertropfen auf die Heizfläche des Luftmassensensors

- 10 -

und das damit zusammenhängende spontane Abkühlen der Heizfläche entstehen.

Diese hochfrequenten Signalanteile können als Störgröße aufgefaßt werden, da sie keine direkt auswertbare Information über die durch den Ansaugtrakt tretende Luftmasse beinhalten und wirken sich störend auf die Differenzbildung und somit auch auf die Regelgröße aus. Dies wird durch den erfindungsgemäßen Einsatz eines Tiefpasses verhindert. Es ist dabei besonders zweckmäßig, die Grenzfrequenz des Tiefpasses derart zu wählen, dass ein größtmöglicher Anteil der Signalenergie der hochfrequenten Signalanteile durch den Tiefpass herausgefiltert wird, um den Einfluß der Störgröße zu minimieren.

Eine besonders vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht dazu vor, dass die Grenzfrequenz des Tiefpasses dynamisch und in Abhängigkeit von Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine gewählt wird. Auf diese Weise ist eine besonders gute Unterdrückung der Störgröße durch den Tiefpaß möglich. Außerdem können damit weitere störende Signalanteile des Luftmassensensorsignals unterdrückt werden, deren Spektrum vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine abhängt.

Eine ganz besonders vorteilhafte, weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzfrequenz des Tiefpasses in Abhängigkeit von einem Modell der Brennkraftmaschine gewählt wird. Als Modell kann bspw. ein sog. Streckenmodell der Brennkraftmaschine eingesetzt werden, das in Abhängigkeit der Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine eine Information über das Spektrum zulässiger Luftmassensensorsignale im jeweiligen Zustand der Brennkraftmaschine liefert.

- 11 -

Mit dieser Information ist es möglich, die Grenzfrequenz des Tiefpasses so zu wählen, dass nur Spektralanteile des Luftmassensensorsignals in die Differenzbildung mit eingehen, die nicht von einer Störbeeinflussung herrühren.

Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal durch Filterung mit einem Hochpaß aus dem Luftmassensensorsignal erhalten wird und als eine Regelgröße zur Steuerung der Brennkraftmaschine verwendet wird.

Wie bereits erwähnt, ist es bekannt, dass auf die Heizfläche eines Heißfilm-Luftmassensensors auftreffende Wassertropfen insbesondere hochfrequente Signalanteile hervorrufen, die durch den erfindungsgemäß eingesetzten Hochpaß von den niederfrequenten Signalanteilen des Luftmassensensorsignals getrennt werden können. Das erste Hilfssignal ist in diesem Fall ein Maß für die auf dem Luftmassensensor auftreffende Wassermenge und kann als Regelgröße verwendet werden.

Zur Steigerung der Genauigkeit des Verfahrens ist auch bei dieser Variante die Wahl der Grenzfrequenz des Hochpasses dynamisch und in Abhängigkeit von Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine durchzuführen, um auszuschließen, dass das erste Hilfssignal auch Signalanteile von einem Nutzsignal des Luftmassensensors enthält.

Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass ein zweites Hilfssignal durch Filterung mit einem Tiefpass aus dem Luftmassensensorsignal erhalten wird, und dass die Regelgröße aus dem ersten Hilfssignal, dem zweiten Hilfssignal und Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine erhalten wird. Bei dieser Ausführungsform stellt das erste

- 12 -

Hilfssignal ein Maß für die auf dem Luftmassensensor auftreffende Wassermenge dar, das zweite Hilfssignal stellt das eigentliche Nutzsignal des Luftmassensensors dar, das die durch den Ansaugtrakt strömende Luftmasse repräsentiert, und aus den Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine kann wiederum eine Grenzfrequenz des Tiefpasses/Hochpasses dynamisch gewählt werden.

Es ist denkbar, dass die Grenzfrequenz des Tiefpasses übereinstimmt mit der Grenzfrequenz des Hochpasses. Um eine spektrale Trennung des ersten und des zweiten Hilfssignals voneinander zu erhalten, ist es auch möglich, anstelle des Tiefpasses und des Hochpasses eine Bandsperre einzusetzen, deren untere Grenzfrequenz mit der Grenzfrequenz des Tiefpasses übereinstimmt und deren obere Grenzfrequenz mit der Grenzfrequenz des Hochpasses übereinstimmt.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Grenzfrequenz des Hochpasses/Tiefpasses in Abhängigkeit von einem Modell der Brennkraftmaschine gewählt wird. Alternativ ist es auch möglich, dass die obere und die untere Grenzfrequenz der Bandsperre in Abhängigkeit von einem Modell der Brennkraftmaschine gewählt werden.

Eine weitere, ganz besonders vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem zwei Luftmassensensoren so in einem Ansaugrohr der Brennkraftmaschine angeordnet sind, dass in das Ansaugrohr einströmende Luft zuerst den ersten Luftmassensensor und dann den in Strömungsrichtung der angesaugten Luft in einem Abstand entfernt angeordneten zweiten Luftmassensensor erreicht, weist im Rahmen des Vergleichs folgende Schritte auf: Verzögern des Luftmassensensorsignals um eine Verzögerungszeit, um ein verzögertes Luftmassensensorsignal zu erhalten, Subtrahieren des ersten Hilfssignals vom

- 13 -

verzögerten Luftmassensensorsignal, um ein Differenzsignal zu erhalten, Integrieren des Differenzsignals, um ein Indikatorsignal zu erhalten, Differenzieren des verzögerten Luftmassensensorsignals, um ein differenziertes Luftmassensensorsignal zu erhalten, Bilden des Betrags des differenzierten Luftmassensensorsignals, um ein positives Luftmassensensorsignal zu erhalten, Differenzieren des ersten Hilfssignals, um ein differenziertes Hilfssignal zu erhalten, Bilden des Betrags des differenzierten Hilfssignals, um ein positives Hilfssignal zu erhalten, Subtrahieren des positiven Hilfssignals von dem positiven Luftmassensensorsignal, um ein weiteres Differenzsignal zu erhalten.

Das aus dem Differenzsignal erhaltene Indikatorsignal ist ein Maß für die im Ansaugrohr bzw. im Ansaugtrakt enthaltene Wassermenge, und das Vorzeichen des weiteren Differenzsignals sagt aus, welcher der beiden Luftmassensensoren die größere Signaländerung liefert. Erfindungsgemäß wird beim Überschreiten eines vorgebbaren Schwellwerts für das Indikatorsignal, d.h. bei Wassereintrag in den Ansaugtrakt, die Regelgröße aus dem Indikatorsignal und dem Signal desjenigen Luftmassensensors erhalten, bei dem die kleinere Signaländerung festgestellt worden ist. Dieser Mechanismus berücksichtigt die Tatsache, dass hochfrequente Signalanteile im Luftmassensensorsignal höchstwahrscheinlich von auf die Heizfläche eines Luftmassensensors auftreffenden Wassertropfen oder sonstigen Störeinflüssen herrühren, und nicht von üblicherweise niederfrequenten, betriebsgemäßen Änderungen im Luftmassenstrom durch den Ansaugtrakt.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass beide Luftmassensensoren nebeneinander angeordnet sind, dass der Verzögerungsschritt entfällt, und dass der

- 14 -

zweite Luftmassensensor mit einem Wassertropfenabscheider versehen ist. Besonders vorteilhaft ist bei einer weiteren Verfahrensvariante gemäß der Erfindung, dass ein das dynamische Verhalten des Wassertropfenabscheiders simulierendes Modell bei der Verarbeitung des Luftmassensensorsignals und/oder des ersten Hilfssignals berücksichtigt wird. Das Modell ermöglicht es, das durch den Wassertropfenabscheider veränderte dynamische Verhalten des zweiten Luftmassensensors zu berücksichtigen, um die Vergleichbarkeit der Sensorsignale des ersten Luftmassensensors und des zweiten Luftmassensensors zu gewährleisten.

Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass beide Luftmassensensoren in einer gemeinsamen Sensoranordnung, vorzugsweise in einem gemeinsamen Gehäuse, integriert sind.

Eine weitere, besonders vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass der erste Luftmassensensor als Heißfilm-Luftmassensensor ausgebildet ist.

Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Computerprogramms, das für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist. Das Computerprogramm weist Programmcode auf, der dazu geeignet ist, das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen, wenn er auf einem Computer ausgeführt wird. Weiterhin kann der Programmcode auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sein, bspw. auf einem sog. Flash-Memory. In diesen Fällen wird also die Erfindung durch das Computerprogramm realisiert, so dass das Computerprogramm in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist.

Als weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist eine Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 43 angegeben. Noch eine Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist durch ein Steuergerät gemäß Anspruch 44 angegeben.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

Figur 1 zeigt schematisch einen Signalflußplan, der einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zugrunde liegt,

Figur 1a zeigt ein mit dem Signalflußplan aus Fig. 1 korrespondierendes Ablaufdiagramm,

Figur 2 zeigt schematisch einen Signalflußplan einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,

Figur 2a zeigt ein mit dem Signalflußplan aus Fig. 2 korrespondierendes Ablaufdiagramm,

Figur 3 zeigt einen Signalflußplan einer dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 4 zeigt schematisch die Anordnung der Heißfilm-Luftmassensensoren HFM_1, HFM_2 im Ansaugrohr 4 sowie den zugehörigen Signalflußplan,

- 16 -

Figur 4a zeigt ein Ablaufdiagramm der dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Figur 5 zeigt eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine.

Fig. 1 zeigt einen Signalflußplan einer ersten erfindungsgemäßen Verfahrensvariante, bei der ein erstes Hilfssignal H_1 zusammen mit einem Luftmassensensorsignal L_1 eines ersten Heißfilm-Luftmassensensors HFM_1 (Fig. 5) ausgewertet wird. Der Luftmassensensor HFM_1 ist im Ansaugtrakt 3 einer Brennkraftmaschine 1 (Fig. 5) angeordnet und gibt ein Signal L_1 aus, dessen Wert proportional zu der den Ansaugtrakt durchströmenden Luftmasse ist.

Die Auswertung der Signale L_1 , H_1 erlaubt es, den Einfluß einer auf das Luftmassensensorsignal L_1 wirkenden Störgröße auf die von dem Steuergerät 2 durchgeführte Steuerung/Regelung der Brennkraftmaschine 1 zu verringern. Die zeitliche Abfolge der Verfahrensschritte für die Auswertung ist dem Ablaufdiagramm von Figur 1a zu entnehmen.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, wird das Hilfssignal H_1 aus folgenden Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine 1 erhalten: aus dem Druck P der Frischluft außerhalb des Ansaugtraktes 3, aus der Temperatur T der Frischluft und aus der Drehzahl n der Brennkraftmaschine 1, sowie ggf. auch noch aus weiteren Zustandsgrößen (nicht gezeigt) der Brennkraftmaschine 1. Das Hilfssignal H_1 gibt die aus den Zustandsgrößen P , T , n mit Hilfe der allgemeinen Gasgleichung ermittelte Luftmasse an, die die Brennkraftmaschine 1 bei dem Betrieb mit den Zustandsgrößen P , T , n benötigt.

- 17 -

Das erste Hilfssignal H_1 wird dem Differenzierer 20 zugeführt, der in einem Schritt 211 des Ablaufdiagramms aus Figur 1a aus dem ersten Hilfssignal H_1 ein differenziertes Hilfssignal H_{1_1} bildet.

Anschließend wird das differenzierte Hilfssignal H_{1_1} auf einen zeitlichen Mittelwert H_{1_m} des ersten Hilfssignals H_1 normiert, was in dem Schritt 211a aus Fig. 1a erfolgt.

Parallel zu den Schritten 211, 211a wird das Luftmassensensorsignal L_1 des ersten Luftmassensensors HFM₁ (Fig. 5) einem weiteren Differenzierer 21 (Fig. 1) zugeführt, was in Schritt 210 aus Fig. 1a erfolgt. Der Differenzierer 21 aus Fig. 1 liefert ein differenziertes Luftmassensensorsignal L_{1_1} , das in einem folgenden Schritt 210a (Fig. 1a) auf einen zeitlichen Mittelwert L_{1_m} des Luftmassensensorsignals L_1 normiert wird.

Die sich in Schritt 220 anschließende Differenzbildung aus dem differenzierten Luftmassensensorsignal L_{1_1} und dem differenzierten Hilfssignal H_{1_1} in dem Subtrahierer 22 (Fig. 1) liefert ein Differenzsignal D_{1_1} . Schließlich wird in Schritt 230 der Betrag des Differenzsignals D_{1_1} gebildet, um ein positives Differenzsignal D_{1_1}' zu erhalten, welches in einem darauf folgenden Schritt 240 von einem Filter 23 gefiltert wird.

Das gefilterte Differenzsignal $D_{1_1}^*$ wird in einem Vergleich 24 mit einem vorgebbaren Schwellwert S_1 verglichen, um ein Vergleichsergebnis VE zu erhalten. Der Vergleich des gefilterten Differenzsignals $D_{1_1}^*$ mit dem vorgebbaren Schwellwert S_1 erfolgt im Schritt 250 aus Fig. 1a.

Für das aufgrund der Betragsbildung im Schritt 230 stets positive gefilterte Differenzsignal $D_{1_1}^*$ existieren zwei

- 18 -

mögliche Vergleichsergebnisse VE bei dem Vergleich 250 mit dem vorgebbaren Schwellwert S₁.

Das Differenzsignal D_{1_1} gibt den Unterschied zwischen der zeitlichen Änderung des Luftmassensensorsignals L₁ des Luftmassensensors HFM₁ und der zeitlichen Änderung des ersten Hilfssignals H₁ an. Solange das Differenzsignal D_{1_1} einen gewissen Grenzwert nicht überschreitet, wird davon ausgegangen, dass keine Störbeeinflussung des Signals L₁ des Luftmassensensors HFM₁ vorliegt. In diesem Fall wird das Signal L₁ als Regelgröße R erhalten (Fig. 1a).

Sobald jedoch der Grenzwert überschritten wird, wird angenommen, dass eine Störbeeinflussung des Signals L₁ vorliegt, die die Ursache für das abweichende Dynamikverhalten der Signale L₁, H₁ darstellt. Dann wird als Regelgröße R das erste Hilfssignal H₁ erhalten, d.h. das in Fig. 5 abgebildete Steuergerät 2 erhält als Eingangsgröße für die durch den Ansaugtrakt 3 strömende Luftmasse kein Signal L₁ eines externen Sensors, sondern eine im Steuergerät 2 selbst berechnete Größe.

Die Störbeeinflussung kann von Einstreuungen, die sich aufgrund hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung im Bereich von Verbindungsleitungen des Luftmassensensors HFM₁ ergeben, herrühren. Eine weitere Ursache ist durch das Auftreffen von Wassertropfen auf die Heizfläche des Luftmassensensors HFM₁ und die damit einhergehende spontane Abkühlung der Heizfläche gegeben.

Das beschriebene Verfahren verhindert Drehzahlschwankungen oder einen plötzlichen Leistungsabfall der Brennkraftmaschine 1 sowie das Überschreiten von Grenzwerten für die Emissionen der Brennkraftmaschine 1, indem bei einer Störung des Luftmassensensorsignals L₁ ersatzweise das Hilfssignal H₁ als Regelgröße R bzw. als

- 19 -

Eingangsgröße für das Steuergerät 2 der Brennkraftmaschine 1 verwendet wird.

Der Signalflußplan einer zweiten Ausführungsform der Erfindung ist in Fig. 2 dargestellt und zeigt gleichzeitig einen Regelkreis der Brennkraftmaschine 1. Das zugehörige Ablaufdiagramm ist Fig. 2a zu entnehmen.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich, liefert der Luftmassensensor HFM_1 ein Luftmassensensorsignal L_1, das aus dem Wert der Luftmasse im Ansaugtrakt 3 der Brennkraftmaschine 1 und einer diesem Wert überlagerten Störgröße S_X erhalten wird.

Wie bereits angesprochen, symbolisiert die Störgröße S_X Signalstörungen des Luftmassensensorsignals L_1, die beispielsweise von auf die Heizfläche des Luftmassensensors HFM_1 auftreffenden Wassertropfen verursacht werden.

Gemäß Fig. 2a wird das Signal L_1 zunächst in einem Schritt 340 von einem Tiefpaß 340a gefiltert, was ein gefiltertes Luftmassensensorsignal L_1* ergibt. Das gefilterte Luftmassensensorsignal L_1* wird anschließend von einem Hilfssignal H_1 in einem Schritt 380 subtrahiert.

Wie im vorigen Beispiel wird das Hilfssignal H_1 rechnerisch aus Zustandsgrößen P, T, n der Brennkraftmaschine 1 erhalten. Die Differenzbildung 380 liefert die Regelgröße R, die dem Steuergerät 2 als Eingangsgröße zugeführt wird und die Regelung der Brennkraftmaschine 1 beeinflusst.

Die Regelgröße R wirkt beispielsweise auf einen Regelkreis für die Abgasrückführung. Dadurch kann das der Brennkraftmaschine 1 zugeführte Luft-Kraftstoff-Gemisch auf den optimalen Wert eingestellt werden.

- 20 -

Im Idealzustand nimmt die Regelgröße R den Wert Null an, d.h. die vom Luftmassensensor HFM_1 erfaßte Luftmasse ist genauso groß wie die rechnerisch ermittelte Luftmasse des Hilfssignals H_1. Sobald die Störgröße S_X einen von Null verschiedenen Wert annimmt, z.B. bei Wassereintrag in den Ansaugtrakt, ergibt sich auch für die Regelgröße R ein Wert ungleich Null.

Um zu verhindern, dass die Störgröße S_X die Regelung der Abgasrückführung beeinflusst, wird das Luftmassensensorsignal L_1 durch den Tiefpaß 340a gefiltert. Davon ausgehend, dass die Störgröße S_X im Vergleich zu der zu messenden Luftmasse üblicherweise, besonders aber bei Wassereintrag in den Ansaugtrakt 3, hochfrequente Signalanteile liefert, wird die Grenzfrequenz des Tiefpasses 340a so gewählt, dass gerade alle niederfrequenten Signalanteile des Luftmassensensorsignals L_1 durchgelassen und damit bei der Ermittlung der Regelgröße R miteinbezogen werden. Hochfrequente, auf die Störgröße zurückzuführende Signalanteile, werden von dem Tiefpaß 340a nicht durchgelassen und können somit die Bildung der Regelgröße R nicht beeinflussen.

Besonders vorteilhaft ist es, die Grenzfrequenz dynamisch, d.h. während des Betriebs der Brennkraftmaschine 1, zu wählen, und zwar in Abhängigkeit eines sog. Streckenmodells der Brennkraftmaschine 1. Das Streckenmodell liefert in Abhängigkeit der Zustandsgrößen P, T, n, Informationen über das Spektrum des Luftmassensensorsignals L_1. Diese Informationen umfassen auch die höchste zu erwartende Signalfrequenz des Signals L_1. Mit diesen Informationen ist es möglich, nur denjenigen Teil des Spektrums des Signals L_1 in die Bildung der Regelgröße R miteinzubeziehen, der die tatsächlich erfaßte Luftmasse angibt.

- 21 -

In Figur 3 ist der Signalflußplan einer Erfindungsvariante angegeben, die sowohl einen Hochpaß 440a als auch einen Tiefpaß 442a aufweist.

Ausgehend von dem Luftmassensensorsignal L_1 des Luftmassensensors HFM_1 wird das erste Hilfssignal H_1 aus Hochpaßfilterung des Signals L_1 mit dem Hochpaß 440a erhalten. Das zweite Hilfssignal H_2 wird aus Tiefpaßfilterung des Signals L_1 mit dem Tiefpaß 442a erhalten.

Die Regelgröße R wird dabei aus beiden Hilfssignalen H_1 , H_2 und, analog zu den vorigen Beispielen, aus Zustandsgrößen (nicht in Fig. 3 dargestellt) der Brennkraftmaschine 1 (vgl. Fig. 5) erhalten.

Bei dieser Variante wird die im Ansaugtrakt 3 der Brennkraftmaschine 1 befindliche Wassermenge durch das Hilfssignal H_1 repräsentiert, das aufgrund der Hochpaßfilterung nur die von auf die Heizfläche des Sensors HFM_1 treffenden Wassertropfen herrührenden Signalanteile erhält.

Die niederfrequenten Signalanteile des Luftmassensensorsignals L_1 , die den tatsächlichen Luftmassenstrom angeben, bilden das zweite Hilfssignal H_2 .

Die Grenzfrequenzen der Filter 440a, 442a werden in Abhängigkeit eines Modells der Brennkraftmaschine 1 gewählt und dynamisch an den jeweiligen Betriebszustand angepasst.

Unter Kenntnis der Wassermenge im Ansaugtrakt 3 aus dem ersten Hilfssignal H_1 , der tatsächlichen Luftmasse aus dem zweiten Hilfssignal H_2 , sowie aus Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine 1 und ggf. weiteren Parametern der Verbrennung kann die in den Brennräumen der

Brennkraftmaschine 1 tatsächlich zur Verfügung stehende Luftmasse berechnet werden.

Damit ist es auch bei in flüssiger Phase vorliegendem Wasser im Ansaugtrakt 3 der Brennkraftmaschine 1 möglich, die Brennkraftmaschine 1 im optimalen Betriebspunkt zu betreiben.

Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in Figur 4 abgebildet. In dem Ansaugrohr 4 sind zwei Heißfilm-Luftmassensensoren HFM_1, HFM_2 in einem Abstand D voneinander angeordnet. Der Pfeil symbolisiert die Strömungsrichtung der in das Ansaugrohr 4 strömenden Luft.

Wie aus Fig. 4 ersichtlich, wird zuerst der erste Luftmassensensor HFM_1 von einem einströmenden Luftvolumen umgeben, und nach einer vom Abstand D abhängigen Laufzeit wird auch der zweite Heißfilm-Luftmassensensor HFM_2 von dem einströmenden Luftvolumen umgeben.

Der erste Sensor HFM_1 liefert das Luftmassensensorsignal L_1, und der zweite Sensor HFM_2 liefert das erste Hilfssignal H_1. Um den durch den Abstand D hervorgerufenen Laufzeitunterschied zwischen dem Luftmassensensorsignal L_1 und dem ersten Hilfssignal H_1 auszugleichen, ist das Zeitglied 510a vorgesehen. Es verzögert (vgl. Ablaufdiagramm Fig. 4a) das Luftmassensensorsignal L_1 um die Zeit, die ein in das Ansaugrohr 4 einströmendes Luftvolumen benötigt, um von dem ersten Sensor HFM_1 zu dem zweiten Sensor HFM_2 zu gelangen, und liefert das verzögerte Luftmassensensorsignal L_1_delta_T, welches anschließend in dem Differenzierer 540a differenziert wird, um ein differenziertes Luftmassensensorsignal L_1_delta_T_1 zu erhalten. Die Verzögerungszeit des Zeitglieds 510a ist einstellbar und wird so gewählt, dass die Differenz aus den Signalen L_1_delta_T und H_1 bei Abwesenheit von Wasser im

Ansaugrohr 4 Null ist.

Das vom zweiten Sensor HFM_2 gelieferte erste Hilfssignal H_1 wird in dem Differenzierer 542a differenziert, um ein differenziertes Hilfssignal H1_1 zu erhalten. Beide Differenzierer 540a, 542a führen auch eine Betragsbildung durch, so dass am jeweiligen Ausgang ein positives Luftmassensensorsignal L_1_delta_T_1' bzw. ein positives Hilfssignal H1_1' vorliegt.

Schließlich wird das positive Hilfssignal H1_1' von dem positiven Luftmassensensorsignal L_1_delta_T_1' subtrahiert, um ein weiteres Differenzsignal Z_Diff zu erhalten.

Darüberhinaus wird das erste Hilfssignal H_1 von dem verzögerten Luftmassensensorsignal L_1_delta_T subtrahiert, und das resultierende Differenzsignal D_L_H wird in dem Integrierer 530a integriert, um ein Indikatorsignal A_L_H zu erhalten.

Das Indikatorsignal ist ein Maß für die Abweichung der von den Sensoren HFM_1, HFM_2 gemessenen Signale; aus dieser Abweichung kann auf die in das Ansaugrohr 4 eingetragene Wassermenge geschlossen werden. Das Differenzsignal Z_Diff gibt an, welcher der beiden Sensoren HFM_1, HFM_2 eine größere Signaländerung erfaßt.

Sobald das Indikatorsignal A_L_H einen vorgebbaren Schwellwert überschreitet, wird die Regelgröße R (nicht in Fig. 4 dargestellt) entweder aus dem Luftmassensensorsignal L_1 oder aus dem ersten Hilfssignal H_1 erhalten.

Um einen möglichst zuverlässigen Wert für die gemessene Luftmasse zur Bildung der Regelgröße R zu erhalten, wird in diesem Fall dasjenige Sensorsignal zur Bildung der

Regelgröße R verwendet, dessen Signaländerung kleiner ist.

Wenn das Differenzsignal $Z_{Diff} > 0$, so ist die Signaländerung des Luftmassensensorsignals L_1 größer als die Signaländerung des ersten Hilfssignals H_1 ; dann wird das Luftmassensensorsignal L_1 ignoriert und die Regelgröße R wird aus dem ersten Hilfssignal H_1 gebildet. Analog wird bei negativem Differenzsignal Z_{Diff} die Regelgröße R aus dem Luftmassensensorsignal L_1 gebildet.

Mit Hilfe des Indikatorsignals A_{L_H} , aus dem auf die eingetragene Wassermenge geschlossen werden kann, und unter Verwendung des jeweils nicht ignorierten Sensorsignals als Maß für die tatsächliche Luftmenge im Ansaugtrakt 3 kann die Regelgröße R gebildet werden, um die korrekte Menge des einzuspritzenden Kraftstoffs in Abhängigkeit der tatsächlich im Brennraum zur Verfügung stehenden Luftmasse zu berechnen.

Die beiden Luftmassensensoren HFM_1 , HFM_2 können im Ansaugrohr 4 auch nebeneinander angeordnet sein, wobei der zweite Luftmassensensor HFM_2 mit einem Wasserabscheider (nicht gezeigt) versehen ist. Da der Wasserabscheider das dynamische Verhalten des zweiten Luftmassensensors HFM_2 ändert, muss ein Modell des dynamischen Verhaltens des Wassertropfenabscheiders dem ersten Luftmassensensor HFM_1 nachgeschaltet werden, um die Vergleichbarkeit beider Sensorsignale zu gewährleisten.

Bei dieser Variante liefert eine Abweichung der Sensorsignale der beiden Luftmassensensoren HFM_1 , HFM_2 ein Maß für die in das Ansaugrohr 4 eingetragene Wassermenge. Vorzugsweise sind beide Luftmassensensoren HFM_1 , HFM_2 in demselben Gehäuse angeordnet.

Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Steuergerät (2) zur Steuerung/Regelung der Brennkraftmaschine (1) in Abhängigkeit eines Luftmassensensorsignals (L₁) eines ersten Luftmassensensors (HFM₁); **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein erstes Hilfssignal (H₁) verwendet wird, und dass in Abhängigkeit von dem ersten Hilfssignal der Einfluß einer das Luftmassensensorsignal (L₁) beeinflussenden Störgröße (S_X) auf die Regelung der Brennkraftmaschine (1) verringert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Vergleich (200) des ersten Hilfssignals (H₁) oder eines aus dem ersten Hilfssignal (H₁) abgeleiteten Signals mit dem Luftmassensensorsignal (L₁) oder einem aus dem Luftmassensensorsignal (L₁) abgeleiteten Signal durchgeführt wird, wobei ein Vergleichsergebnis (VE) erhalten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis (VE) eine Regelgröße (R) für die Steuerung der Brennkraftmaschine (1) erhalten wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal (H₁) aus Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine (1) erhalten wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal (H₁) aus einem Signal einer Abgassonde erhalten wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal (H₁) aus einem Signal eines zweiten Lufmassensensors (HFM₂) erhalten wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal (H₁) aus einem Signal eines bereits vorhandenen Regensensors des Kraftfahrzeugs erhalten wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal (H₁) aus einem Signal eines zusätzlichen Sensors erhalten wird, wobei der zusätzliche Sensor aus folgender Gruppe gewählt wird:
Ultraschallsensor, Hitzdraht-Luftmassensensor.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal (H₁) aus einem Signal eines kapazitiven Sensors erhalten wird, wobei der kapazitive Sensor als integraler Bestandteil des ersten Lufmassensensors (HFM₁) ausgebildet ist.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der kapazitive Sensor als Plattenkondensator mit einer ersten und einer zweiten Kondensatorplatte ausgebildet ist, wobei die erste Kondensatorplatte durch eine Oberfläche des ersten Lufmassensensors (HFM₁) gebildet wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal (H₁) aus einem Signal eines ohmschen Sensors erhalten wird, wobei der ohmsche Sensor als integraler Bestandteil des ersten

Luftmassensensors (HFM_1) ausgebildet ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der ohmsche Sensor mindestens zwei, vorzugsweise aus korrosionsbeständigem Material bestehende Elektroden aufweist.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der ohmsche Sensor auf einer Oberfläche des ersten Luftmassensensors (HFM_1) angeordnet ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal (H_1) aus dem Signal des kapazitiven Sensors nach einem der Ansprüche 9 oder 10 und dem Signal des ohmschen Sensors nach einem der Ansprüche 11 bis 13 erhalten wird.

15. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich (200) folgende Schritte umfasst: Differenzieren (210) des Luftmassensensorsignals (L_1), um ein differenziertes Luftmassensensorsignal (L_1_1) zu erhalten, Differenzieren (211) des ersten Hilfssignals (H_1), um ein differenziertes Hilfssignal (H_1_1) zu erhalten, und Differenzbildung (220) aus dem differenzierten Luftmassensensorsignal (L_1_1) und dem differenzierten Hilfssignal (H_1_1), um ein Differenzsignal (D_1_1) zu erhalten.

16. Verfahren nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch folgende Schritte: Normieren (210a) des differenzierten Luftmassensensorsignals (L_1_1) auf einen zeitlichen Mittelwert (L_1_m) des Luftmassensensorsignals (L_1), und Normieren (211a) des differenzierten Hilfssignals (H_1_1) auf einen zeitlichen Mittelwert (H_1_m) des ersten Hilfssignals (H_1).

- 28 -

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, gekennzeichnet durch folgenden Schritt: Bilden (230) des Betrags des Differenzsignals (D_{1_1}) um ein positives Differenzsignal ($D_{1_1'}$) zu erhalten.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, gekennzeichnet durch folgende Schritte: Filtern (240) des Differenzsignals (D_{1_1}) / des positiven Differenzsignals ($D_{1_1'}$), um ein gefiltertes Differenzsignal (D_{1_1*}) zu erhalten.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, gekennzeichnet durch folgenden Schritt: Vergleichen (250) des Differenzsignals (D_{1_1}) / des gefilterten Differenzsignals (D_{1_1*}) / des positiven Differenzsignals ($D_{1_1'}$) mit mindestens einem vorgebbaren Schwellwert (S_1).

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal (H_1) als Regelgröße (R) erhalten wird, wenn das Vergleichsergebnis (VE) angibt, dass das Differenzsignal (D_{1_1}) / das gefilterte Differenzsignal (D_{1_1*}) größer / kleiner als der erste Schwellwert (S_1) / ein zweiter Schwellwert (S_2) ist, und dass das Luftmassensensorsignal (L_1) als Regelgröße (R) erhalten wird, wenn das Vergleichsergebnis (VE) angibt, dass das Differenzsignal (D_{1_1}) / das gefilterte Differenzsignal (D_{1_1*}) kleiner gleich / größer gleich dem ersten Schwellwert (S_1) / dem zweiten Schwellwert (S_2) ist.

21. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal (H_1) als Regelgröße (R) erhalten wird, wenn das Vergleichsergebnis (VE) angibt, dass das positive Differenzsignal ($D_{1_1'}$) / das gefilterte Differenzsignal (D_{1_1*}) größer als der erste Schwellwert

(S₁) ist, und dass das Luftmassensensorsignal (L₁) als Regelgröße (R) erhalten wird, wenn das Vergleichsergebnis (VE) angibt, dass das positive Differenzsignal (D_{1_1'}) / das gefilterte Differenzsignal (D_{1_1*}) kleiner gleich dem ersten Schwellwert (S₁) ist.

22. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich (200) folgende Schritte umfasst: Differenzbildung (380) aus dem ersten Hilfssignal (H₁) und dem Luftmassensensorsignal (L₁), um die Regelgröße (R) zu erhalten.

23. Verfahren nach Anspruch 22, durch folgenden Schritt gekennzeichnet: Filterung (340) des Luftmassensensorsignals (L₁) vor der Differenzbildung (380), um ein gefiltertes Luftmassensensorsignal (L_{1*}) zu erhalten.

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass zur Filterung (340) ein Tiefpass (340a) verwendet wird.

25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzfrequenz des Tiefpasses (340a) dynamisch und in Abhängigkeit von Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine (1) gewählt wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzfrequenz des Tiefpasses (340a) in Abhängigkeit von einem Modell der Brennkraftmaschine gewählt wird.

27. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hilfssignal (H₁) durch Filterung (440) mit einem Hochpaß (440a) aus dem Luftmassensensorsignal (L₁) erhalten wird und als eine Regelgröße (R) zur Steuerung der Brennkraftmaschine (1) verwendet wird.

- 30 -

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzfrequenz des Hochpasses (440a) dynamisch gewählt wird.

29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzfrequenz des Hochpasses (440a) in Abhängigkeit von Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine (1) gewählt wird.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweites Hilfssignal (H₂) durch Filterung (442) mit einem Tiefpaß (442a) aus dem Luftmassensensorsignal (L₁) erhalten wird, und dass die Regelgröße (R) aus dem ersten Hilfssignal (H₁), dem zweiten Hilfssignal (H₂) und Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine (1) erhalten wird.

31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzfrequenz des Tiefpasses (442a) dynamisch gewählt wird.

32. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzfrequenz des Tiefpasses (442a) in Abhängigkeit von Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine (1) gewählt wird.

33. Verfahren nach Anspruch 29 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzfrequenz des Hochpasses (440a) / Tiefpasses (442a) in Abhängigkeit von einem Modell der Brennkraftmaschine (1) gewählt wird.

34. Verfahren nach Anspruch 6, wobei beide Luftmassensensoren (HFM₁, HFM₂) so in einem Ansaugrohr (4) der Brennkraftmaschine (1) angeordnet sind, dass in das Ansaugrohr (4) einströmende Luft zuerst den ersten Luftmassensensor (HFM₁) und dann den in Strömungsrichtung

- 31 -

der angesaugten Luft in einem Abstand (D) entfernt angeordneten zweiten Luftmassensensor (HFM_2) erreicht, und wobei der Vergleich (200) folgende Schritte umfasst: Verzögern (510) des Luftmassensensorsignals (L_1) um eine Verzögerungszeit (ΔT), um ein verzögertes Luftmassensensorsignal (L_1_ΔT) zu erhalten, Subtrahieren (520) des ersten Hilfssignals (H_1) vom verzögerten Luftmassensensorsignal (L_1_ΔT), um ein Differenzsignal (D_L_H) zu erhalten, Integrieren (530) des Differenzsignals (D_L_H), um ein Indikatorsignal (A_L_H) zu erhalten, Differenzieren (540) des verzögerten Luftmassensensorsignals (L_1_ΔT) um ein differenziertes Luftmassensensorsignal (L_1_ΔT_1) zu erhalten, Bilden (541) des Betrags des differenzierten Luftmassensensorsignals (L_1_ΔT_1), um ein positives Luftmassensensorsignal (L_1_ΔT_1') zu erhalten, Differenzieren (542) des ersten Hilfssignals (H_1) um ein differenziertes Hilfssignal (H1_1) zu erhalten, Bilden (543) des Betrags des differenzierten Hilfssignals (H1_1), um ein positives Hilfssignal (H1_1') zu erhalten, Subtrahieren (560) des positiven Hilfssignals (H1_1') von dem positiven Luftmassensensorsignal (L_1_ΔT_1'), um ein weiteres Differenzsignal (Z_Diff) zu erhalten.

35. Verfahren nach Anspruch 34, gekennzeichnet durch folgende Schritte: Vergleichen (570) des Indikatorsignals (A_L_H) mit mindestens einem Schwellwert, falls das Indikatorsignal (A_L_H) einen Schwellwert übersteigt: Erhalten (580) der Regelgröße (R) aus dem ersten Hilfssignal (H_1) und dem Indikatorsignal (A_L_H), wenn das Differenzsignal (Z_Diff) positiv ist, Erhalten (581) der Regelgröße (R) aus dem Luftmassensensorsignal (L_1) und dem Indikatorsignal (A_L_H), wenn das Differenzsignal (Z_Diff) negativ ist.

36. Verfahren nach Anspruch 34 oder 35, dadurch

- 32 -

gekennzeichnet, dass beide Luftmassensensoren (HFM_1, HFM_2) nebeneinander angeordnet sind, dass der Verzögerungsschritt (510) entfällt, und dass der zweite Luftmassensensor (HFM_2) mit einem Wassertropfenabscheider versehen ist.

37. Verfahren nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass ein das dynamische Verhalten des Wassertropfenabscheiders simulierendes Modell bei der Verarbeitung des Luftmassensensorsignals (L_1) und / oder des ersten Hilfssignals (H_1) berücksichtigt wird.

38. Verfahren nach einem der Ansprüche 34 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass beide Luftmassensensoren (HFM_1, HFM_2) in einer gemeinsamen Sensoranordnung, vorzugsweise in einem gemeinsamen Gehäuse, integriert sind.

39. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 14, gekennzeichnet durch folgende Schritte: Ableiten der Störgröße (S_X) aus dem ersten Hilfssignal (H_1), Erhalten der Regelgröße (R) in Abhängigkeit von der Störgröße (S_X).

40. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Luftmassensensor (HFM_1) als Heißfilm-Luftmassensensor ausgebildet ist.

41. Computerprogramm für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs mit Programmcode, der dazu geeignet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 40 durchzuführen, wenn er auf einem Computer ausgeführt wird.

42. Computerprogramm nach Anspruch 41, wobei der Programmcode auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert ist.

43. Brennkraftmaschine (1), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem Steuergerät (2) zur Steuerung/Regelung der Brennkraftmaschine (1) in Abhängigkeit eines Luftmassensensorsignals (L_1) eines ersten Luftmassensensors (HFM_1), dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein erstes Hilfssignal (H_1) vorgesehen ist, um den Einfluß einer das Luftmassensensorsignal (L_1) beeinflussenden Störgröße (S_X) auf die Regelung der Brennkraftmaschine (1) zu verringern.

44. Steuergerät (2) für eine Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, zur Steuerung/Regelung der Brennkraftmaschine (1) in Abhängigkeit eines Luftmassensensorsignals (L_1) eines ersten Luftmassensensors (HFM_1), dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein erstes Hilfssignal (H_1) vorgesehen ist, um den Einfluß einer das Luftmassensensorsignal (L_1) beeinflussenden Störgröße (S_X) auf die Regelung der Brennkraftmaschine (1) zu verringern.

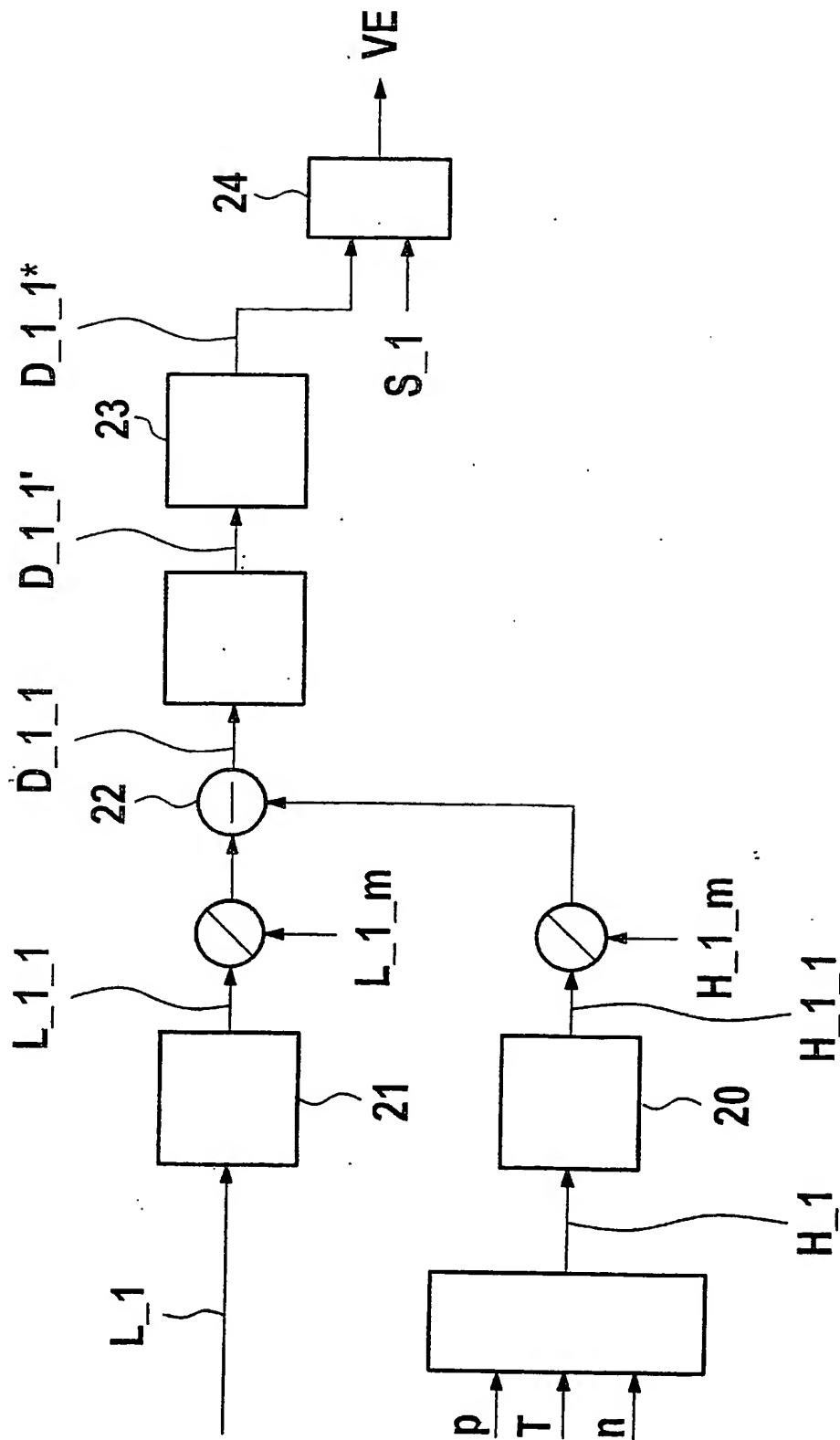


FIG. 1

2 / 6

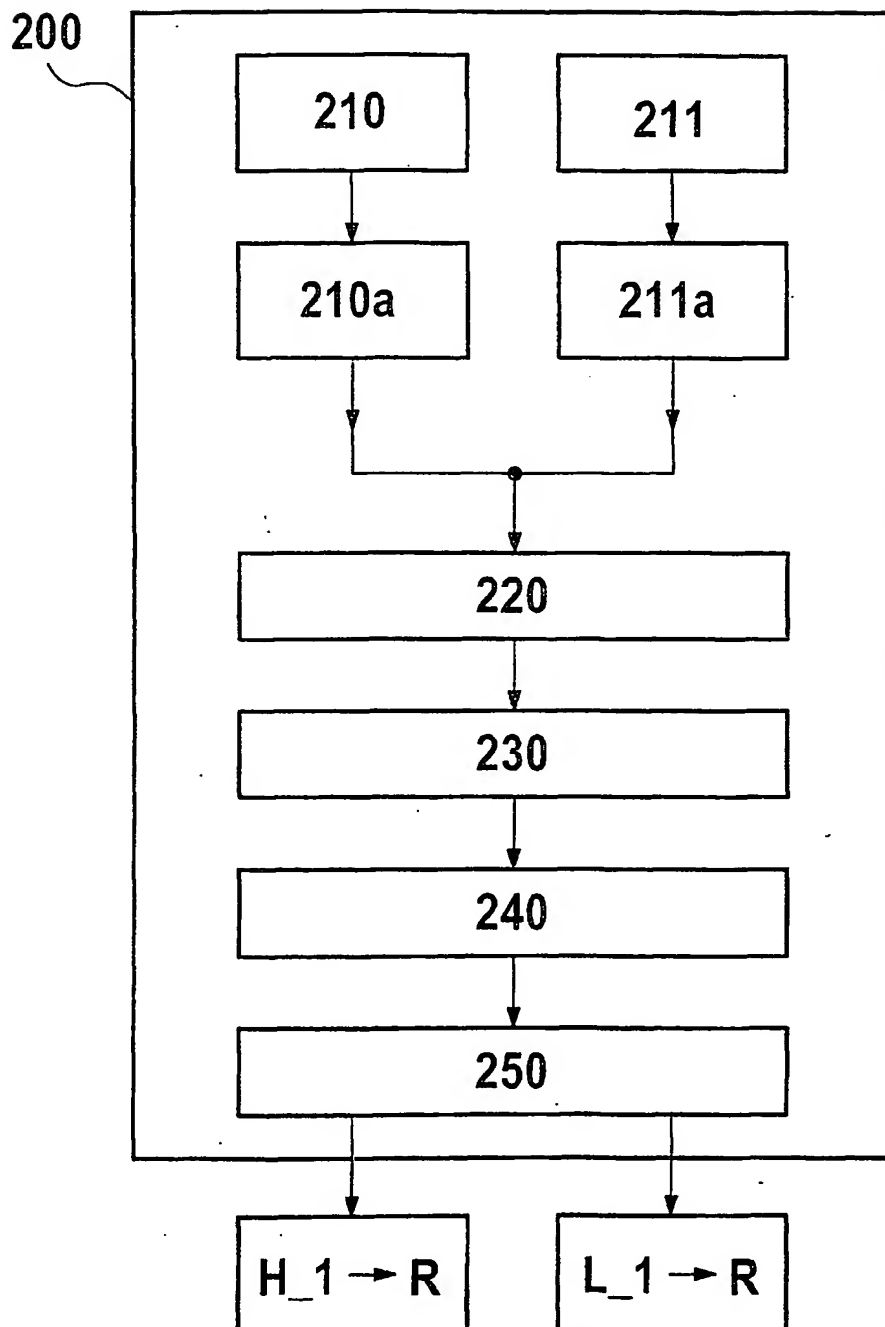


FIG. 1a

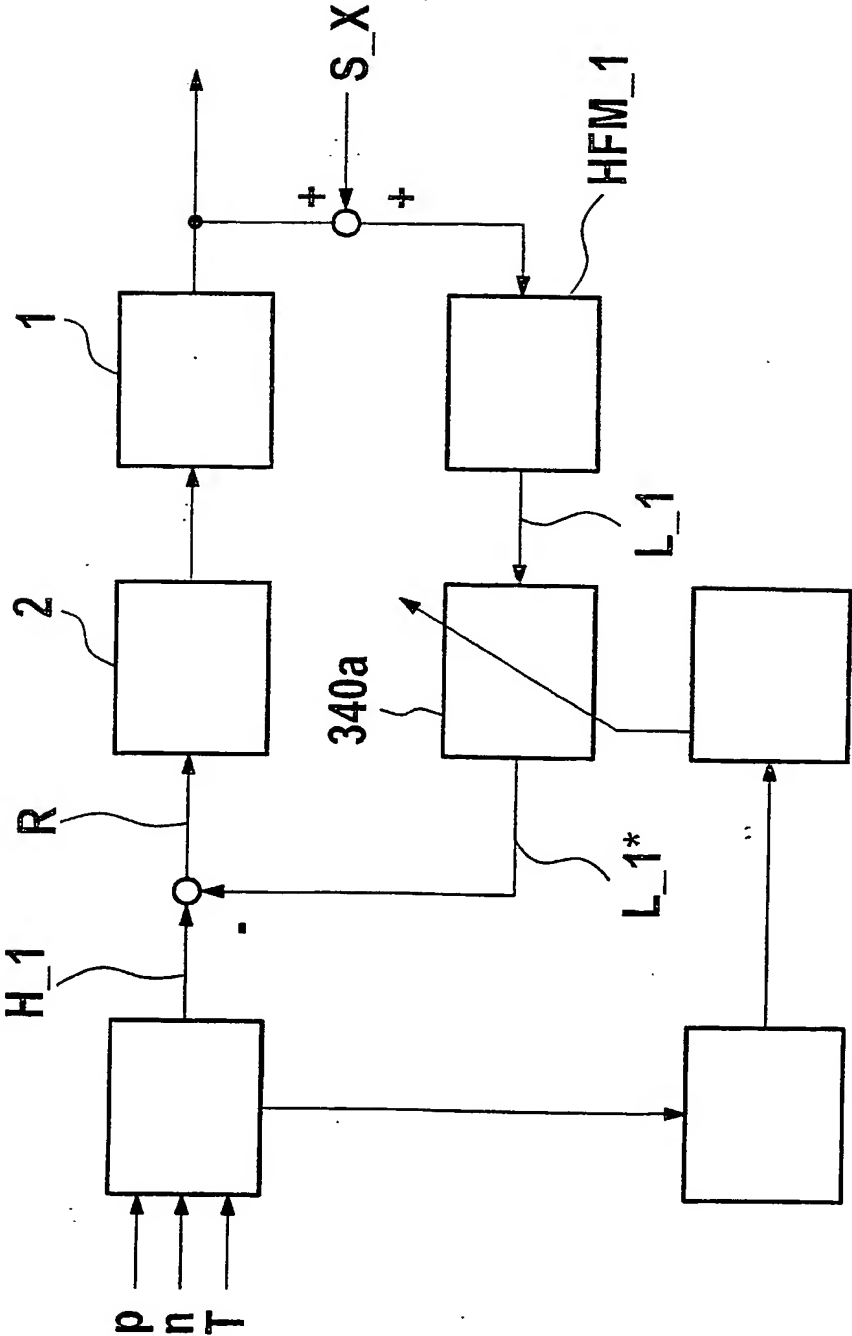
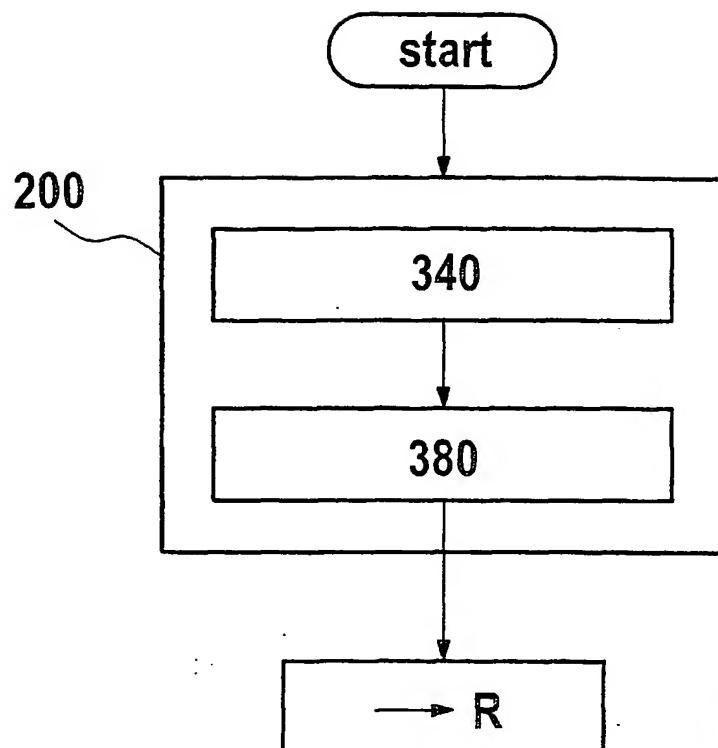
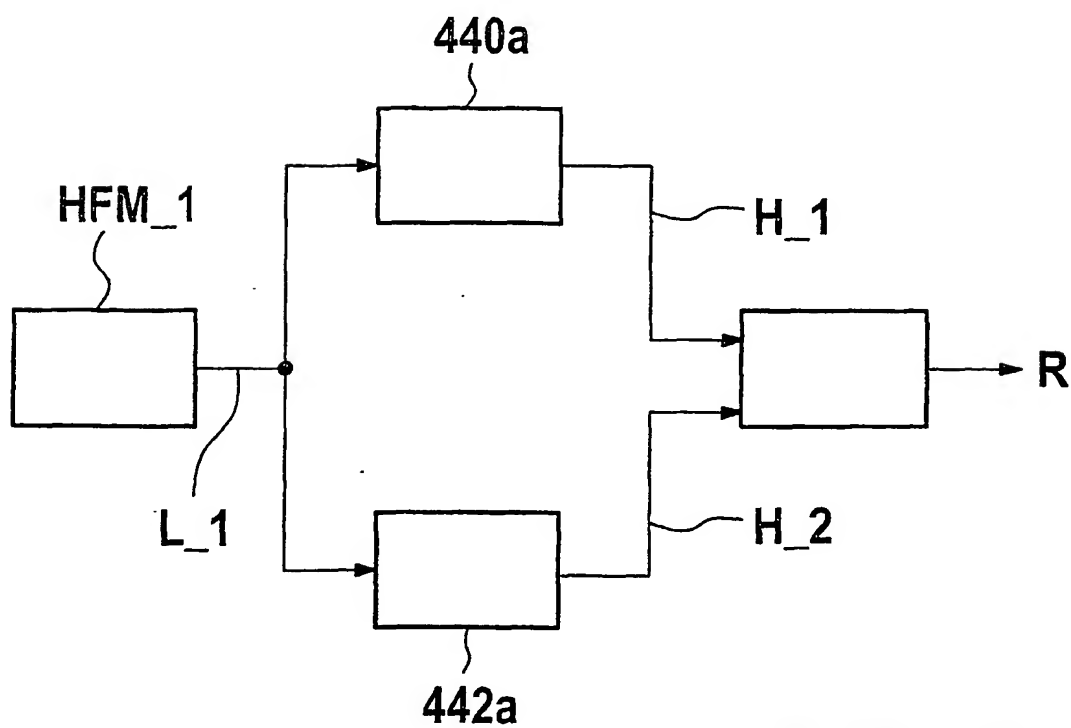


FIG. 2

4 / 6

**FIG. 2a****FIG. 3**

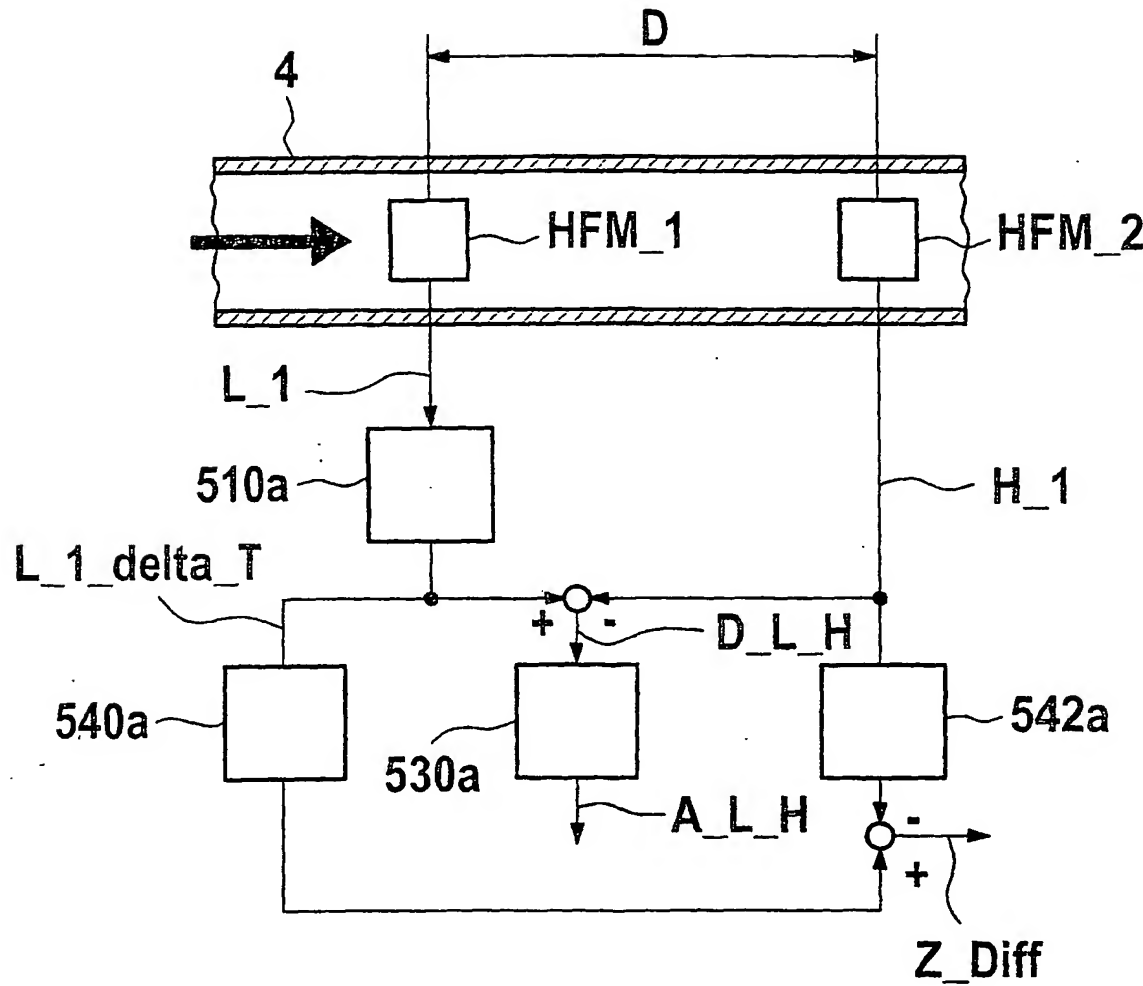


FIG. 4

6 / 6

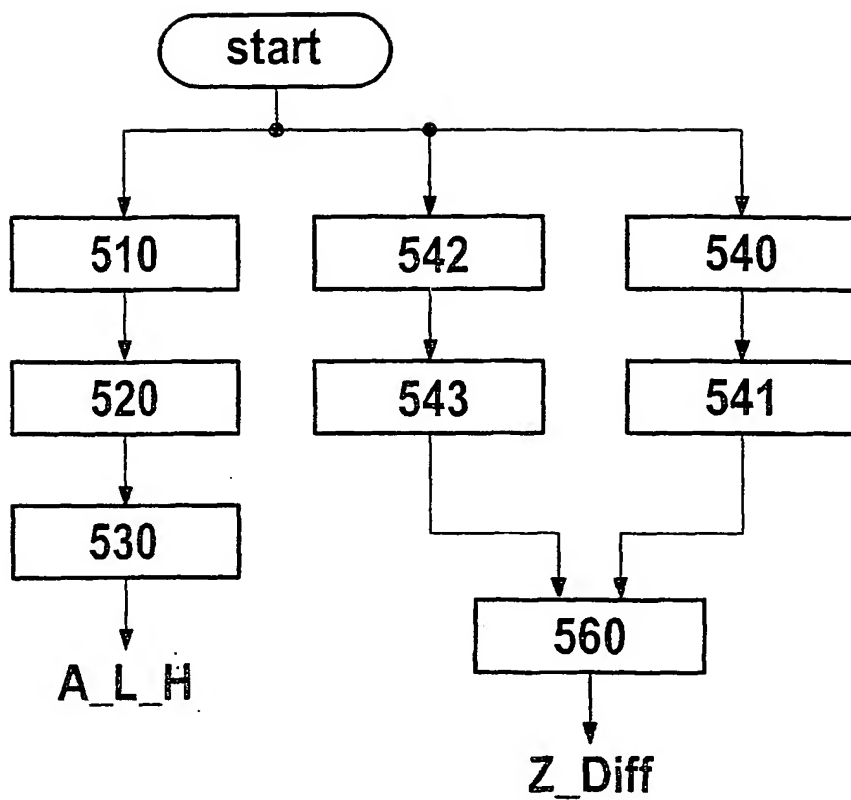


FIG. 4a

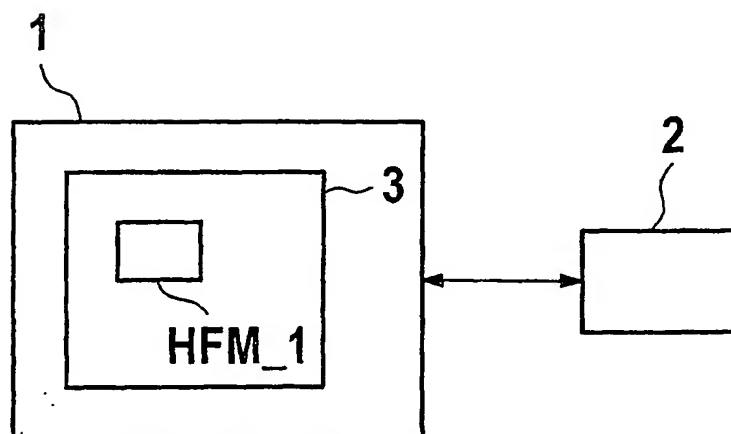


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat Application No

PCT/DE 04546

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02D41/18 F02D41/22 G01F1/69 G01F1/68

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02D G01F G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	DE 197 50 496 A (BOSCH GMBH ROBERT) 20 May 1999 (1999-05-20) column 1, line 36 - line 52 column 3, line 14 - line 55 ---	1-3, 7, 40-44 5, 6, 8, 22-27, 36
X Y	DE 199 33 665 A (BOSCH GMBH ROBERT) 18 January 2001 (2001-01-18) column 2, line 28 - line 59 column 3, line 13 - line 15 ---	1-4, 27, 40-44 5, 6, 8, 22-27, 36
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 March 2003

Date of mailing of the international search report

09/04/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wettemann, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat

Application No

PCT/DE 97/04546

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 5 241 857 A (JUNGINGER ERICH ET AL) 7 September 1993 (1993-09-07) abstract; figure 1 column 1, line 40 -column 2, line 19 column 2, line 29 - line 34 column 3, line 30 - line 40 ---	1-4, 22, 40-44 5, 6, 8, 22-27, 36
P, X A	DE 100 63 752 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 June 2002 (2002-06-27) abstract; figure 1 column 1, line 58 -column 2, line 9 ---	1-3, 40-44 4-39
P, X A	EP 1 229 238 A (TOYOTA MOTOR CO LTD ;TOYOTA JIDOSHOKKI KK (JP)) 7 August 2002 (2002-08-07) abstract column 1, line 55 -column 2, line 44 column 9, line 9 - line 47 ---	1-3, 22, 41-44 4-21, 23-40
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 207 (M-500), 19 July 1986 (1986-07-19) & JP 61 049144 A (MAZDA MOTOR CORP), 11 March 1986 (1986-03-11) abstract ---	5
Y	DE 39 35 778 A (DAIMLER BENZ AG) 31 October 1990 (1990-10-31) abstract; figure 1 column 1, line 37 -column 4, line 4 ---	6
Y	US 5 635 635 A (AOI HIROSHI ET AL) 3 June 1997 (1997-06-03) the whole document ---	6
Y	DE 198 58 656 A (HITACHI LTD ;HITACHI CAR ENG CO LTD (JP)) 1 July 1999 (1999-07-01) abstract ---	8
Y	US 5 515 714 A (SULTAN MICHEL F ET AL) 14 May 1996 (1996-05-14) abstract; figures 6, 7 column 1, line 44 -column 2, line 40 ---	22-26
Y	DE 196 36 097 A (GEN MOTORS CORP) 13 March 1997 (1997-03-13) abstract; figures 1, 9 ---	27
Y	EP 1 087 213 A (HITACHI LTD) 28 March 2001 (2001-03-28) abstract column 1, line 15 -column 3, line 10 ---	36

-/--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatl Application No

PCT/JP 04546

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>BOSCH R: "VOLUMENDURCHFLUSS QV = V.A UND MASSENDURCHFLUSS QM = V.A" , AIR FLOW SENSOR WITH TEMPERATURE SENSOR, MASSEN DURCHFLUSSMESSER, XX, XX, PAGE(S) 117-118 XP002132294 the whole document</p> <p>-----</p>	1-44

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In addition on patent family members

Internati

Application No

PCT/US/04546

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19750496	A	20-05-1999	DE 19750496 A1 WO 9925971 A1 EP 1017931 A1 JP 2001509854 T	20-05-1999 27-05-1999 12-07-2000 24-07-2001
DE 19933665	A	18-01-2001	DE 19933665 A1 WO 0106107 A1 EP 1114244 A1 JP 2003505673 T	18-01-2001 25-01-2001 11-07-2001 12-02-2003
US 5241857	A	07-09-1993	DE 3925377 A1 WO 9102225 A1 DE 59007777 D1 EP 0485418 A1 JP 2796432 B2 JP 4507290 T KR 192110 B1	07-02-1991 21-02-1991 05-01-1995 20-05-1992 10-09-1998 17-12-1992 15-06-1999
DE 10063752	A	27-06-2002	DE 10063752 A1 WO 0250412 A1	27-06-2002 27-06-2002
EP 1229238	A	07-08-2002	JP 2002227695 A JP 2002235586 A EP 1229238 A2	14-08-2002 23-08-2002 07-08-2002
JP 61049144	A	11-03-1986	NONE	
DE 3935778	A	31-10-1990	DE 3935778 A1	31-10-1990
US 5635635	A	03-06-1997	JP 2855401 B2 JP 7139984 A JP 3174222 B2 JP 8054270 A DE 4498938 C2 DE 4498938 T0 WO 9514215 A1 KR 236437 B1	10-02-1999 02-06-1995 11-06-2001 27-02-1996 18-05-2000 21-12-1995 26-05-1995 15-12-1999
DE 19858656	A	01-07-1999	JP 11183221 A DE 19858656 A1 US 6327905 B1	09-07-1999 01-07-1999 11-12-2001
US 5515714	A	14-05-1996	NONE	
DE 19636097	A	13-03-1997	US 5629481 A DE 19636097 A1	13-05-1997 13-03-1997
EP 1087213	A	28-03-2001	JP 2001091323 A EP 1087213 A2	06-04-2001 28-03-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE/04546

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F02D41/18 F02D41/22 G01F1/69 G01F1/68

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02D G01F G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 197 50 496 A (BOSCH GMBH ROBERT)	1-3,7,
Y	20. Mai 1999 (1999-05-20)	40-44
	Spalte 1, Zeile 36 - Zeile 52	5,6,8,
	Spalte 3, Zeile 14 - Zeile 55	22-27,36
X	DE 199 33 665 A (BOSCH GMBH ROBERT)	1-4,27,
Y	18. Januar 2001 (2001-01-18)	40-44
	Spalte 2, Zeile 28 - Zeile 59	5,6,8,
	Spalte 3, Zeile 13 - Zeile 15	22-27,36
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. März 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/04/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wettemann, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 241 857 A (JUNGINGER ERICH ET AL) 7. September 1993 (1993-09-07)	1-4, 22, 40-44
Y	Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 1, Zeile 40 - Spalte 2, Zeile 19 Spalte 2, Zeile 29 - Zeile 34 Spalte 3, Zeile 30 - Zeile 40 ---	5, 6, 8, 22-27, 36
P, X	DE 100 63 752 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27. Juni 2002 (2002-06-27)	1-3, 40-44
A	Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 1, Zeile 58 - Spalte 2, Zeile 9 ---	4-39
P, X	EP 1 229 238 A (TOYOTA MOTOR CO LTD ; TOYOTA JIDOSHOKKI KK (JP)) 7. August 2002 (2002-08-07)	1-3, 22, 41-44
A	Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 55 - Spalte 2, Zeile 44 Spalte 9, Zeile 9 - Zeile 47 ---	4-21, 23-40
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 207 (M-500), 19. Juli 1986 (1986-07-19) & JP 61 049144 A (MAZDA MOTOR CORP), 11. März 1986 (1986-03-11) Zusammenfassung ---	5
Y	DE 39 35 778 A (DAIMLER BENZ AG) 31. Oktober 1990 (1990-10-31) Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 1, Zeile 37 - Spalte 4, Zeile 4 ---	6
Y	US 5 635 635 A (AOI HIROSHI ET AL) 3. Juni 1997 (1997-06-03) das ganze Dokument ---	6
Y	DE 198 58 656 A (HITACHI LTD ; HITACHI CAR ENG CO LTD (JP)) 1. Juli 1999 (1999-07-01) Zusammenfassung ---	8
Y	US 5 515 714 A (SULTAN MICHEL F ET AL) 14. Mai 1996 (1996-05-14) Zusammenfassung; Abbildungen 6, 7 Spalte 1, Zeile 44 - Spalte 2, Zeile 40 ---	22-26
Y	DE 196 36 097 A (GEN MOTORS CORP) 13. März 1997 (1997-03-13) Zusammenfassung; Abbildungen 1, 9 ---	27
Y	EP 1 087 213 A (HITACHI LTD) 28. März 2001 (2001-03-28) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 15 - Spalte 3, Zeile 10 ---	36

	-/--	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat. s. Aktenzeichen

PCT/DE 04546

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	BOSCH R: "VOLUMENDURCHFLUSS $Q_V = V \cdot A$ UND MASSENDURCHFLUSS $Q_M = V \cdot A$ " , AIR FLOW SENSOR WITH TEMPERATURE SENSOR, MASSEN DURCHFLUSSMESSER, XX, XX, PAGE(S) 117-118 XP002132294 das ganze Dokument -----	1-44

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19750496 A	20-05-1999	DE 19750496 A1 WO 9925971 A1 EP 1017931 A1 JP 2001509854 T	20-05-1999 27-05-1999 12-07-2000 24-07-2001
DE 19933665 A	18-01-2001	DE 19933665 A1 WO 0106107 A1 EP 1114244 A1 JP 2003505673 T	18-01-2001 25-01-2001 11-07-2001 12-02-2003
US 5241857 A	07-09-1993	DE 3925377 A1 WO 9102225 A1 DE 59007777 D1 EP 0485418 A1 JP 2796432 B2 JP 4507290 T KR 192110 B1	07-02-1991 21-02-1991 05-01-1995 20-05-1992 10-09-1998 17-12-1992 15-06-1999
DE 10063752 A	27-06-2002	DE 10063752 A1 WO 0250412 A1	27-06-2002 27-06-2002
EP 1229238 A	07-08-2002	JP 2002227695 A JP 2002235586 A EP 1229238 A2	14-08-2002 23-08-2002 07-08-2002
JP 61049144 A	11-03-1986	KEINE	
DE 3935778 A	31-10-1990	DE 3935778 A1	31-10-1990
US 5635635 A	03-06-1997	JP 2855401 B2 JP 7139984 A JP 3174222 B2 JP 8054270 A DE 4498938 C2 DE 4498938 T0 WO 9514215 A1 KR 236437 B1	10-02-1999 02-06-1995 11-06-2001 27-02-1996 18-05-2000 21-12-1995 26-05-1995 15-12-1999
DE 19858656 A	01-07-1999	JP 11183221 A DE 19858656 A1 US 6327905 B1	09-07-1999 01-07-1999 11-12-2001
US 5515714 A	14-05-1996	KEINE	
DE 19636097 A	13-03-1997	US 5629481 A DE 19636097 A1	13-05-1997 13-03-1997
EP 1087213 A	28-03-2001	JP 2001091323 A EP 1087213 A2	06-04-2001 28-03-2001